



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 02 337 C 2

51 Int. Cl.⁶:
A 61 B 3/024
A 61 B 3/032
A 61 B 3/113
A 61 B 3/14
G 06 F 19/00

21 Aktenzeichen: 195 02 337.4-35
22 Anmeldetag: 26. 1. 95
43 Offenlegungstag: 8. 8. 96
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 6. 99

DE 195 02 337 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Bräuning, Johannes, Dr. med., 73760 Ostfildern,
DE; Schüller, Stefan, Dr., 72076 Tübingen, DE

74 Vertreter:

Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

51 Zusatz zu: P 43 26 760.2

72 Erfinder:

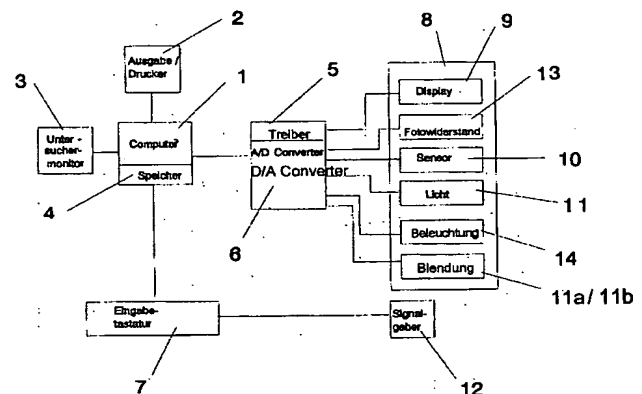
Bräuning, Johannes, 73760 Ostfildern, DE; Schüller,
Stefan, Dr.med., 72076 Tübingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 26 760 A1
DE 32 12 853 A1
DE 30 03 588 A1
US 52 20 361
EP 04 56 166 A1
EP 03 63 610 A1

54 Vorrichtung und Verfahren zur Prüfung von Sehfunktionen

- 57 Vorrichtung zur Prüfung wenigstens einer Sehfunktion
im Auge eines Probanden mit
a) einem optischen Vorrichtungsteil (8), der einen relativ
kleinflächigen, bilderzeugenden Anzeigeschirm (9) zur
Darbietung von Sehzeichen in verschiedenen Winkeln ge-
messen zur optischen Achse (29) beinhaltet, und
b) einer Rechnersteuerung (1, 5) zur Ansteuerung des An-
zeigeschirms und des Funktionsablaufs, und
c) einen optische Vorrichtungsteil (8) der in einem am
Probanden anbringbaren brillen- und/oder helmartigen
Träger (8) untergebracht ist und ein optisches Abbil-
dungssystem (27, 28) vor dem Anzeigeschirm (9) beinhal-
tet, nach Patent 4 326 760
dadurch gekennzeichnet, daß
d) eine Einrichtung (1, 10) zur Echtzeitmessung der Au-
genstellung und Augenbewegungen vorgesehen ist.



DE 195 02 337 C 2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das vorliegende Patent ist ein Zusatz zu dem deutschen Hauptpatent P 43 26 760. In letzterem ist bereits eine Vorrichtung der eingangs genannten Art beschrieben, welche die Merkmale a) bis c) des Anspruchs 1 aufweist.

Diese Vorrichtung dient zum Prüfen von Gesichtsfeldausfällen oder Veränderungen der Wahrnehmungsschwelle pro Netzhautort unter verschiedenen Randbedingungen, z. B. in Untersuchungstests wie Perimetrie oder Rauschfeldkampiometrie. Die Vorrichtung vereinigt verschiedene Untersuchungsgeräte in der miniaturisierten Form einer Brille oder eines Helms und dgl.

Bezüglich der weiteren Eigenschaften und Vorteile dieser Vorrichtung gemäß dem Hauptpatent sowie der dort bereits genannten Ausgestaltungen wird an dieser Stelle der Inhalt des Hauptpatents durch Verweis hier aufgenommen.

Aus der Offenlegungsschrift EP 0 363 610 A1 ist die Projektion von Prüfmarken über einen rechnergesteuert elektromechanisch ablenkbaren Projektor, bestehend aus Lichtquelle, Blende und Objektiv, bekannt, wobei eine gewisse Miniaturisierung des perimetrischen Prüfverfahrens dadurch ermöglicht ist, daß zwischen Lichtquelle und Beobachterstelle ein optisches Abbildungssystem mit Vergrößerungseigenschaft angeordnet ist.

Aus der Veröffentlichung US 5 220 361 ist ein Perimeter in konventioneller Bauform einer Halbkugel bekannt, das über eine Einrichtung zur Messung der Blickrichtung verfügt. Die Messung der Abweichung von der Blickrichtung von der Sollage wird dazu verwendet, das zugehörige Meßergebnis rechnerisch zu korrigieren.

Eine helmartige Vorrichtung zur Perimetrie ist aus DE 32 12 853 A1 bekannt. Der Patient trägt vor dem Gesicht eine Projektionskuppel, die mit Bändern am Kopf befestigt ist. Die Stimuli werden dabei von einem eingebauten Projektor erzeugt. Die Blickbewegungen können über ein Dedektionssystem gemessen werden.

Aus EP 0 456 166 A1 ist eine Vorrichtung in einem brillenartigen Gehäuse zur Messung von Blickbewegungen bekannt.

Aus DE 30 03 588 A1 ist ein Sehtestgerät mit Blendlichtquellen bekannt.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Schaffung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, die Gesichtsfeldausfälle mindestens im 30° bis 60° Gesichtsfeld erfaßt, sehr kompakt gebaut ist und mit der subjektive Untersuchungen, wie beispielsweise die Schielwinkelbestimmung, objektiviert und Sehprüfungen bei definiertem Kontrast und Raumhelligkeit standardisiert durchgeführt werden können, sowie eines damit durchführbaren Verfahrens zugrunde.

Dieses Problem wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Über die Fähigkeiten der in dem Hauptpatent beschriebenen Vorrichtungen hinaus besitzt diese Vorrichtung die Fähigkeit zur monokularen oder binokularen Echtzeitmessung der Augenstellung und Augenbewegungen. Neben der Messung der Sehschärfe für die Ferne und Nähe in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit, Farbtests unter Adaptionsbedingungen und stereometrischen Tests mit Nutzung einer binokularen Darstellung ist es mit dieser Vorrichtung insbesondere möglich, Schieluntersuchungen mit Schielwinkelbestimmung durchzuführen. Weiterhin kann die Gesichtsfelduntersuchung dadurch optimiert werden, daß nicht nur eine Fixationskontrolle bei Darbietung des Reizes realisiert wird, sondern durch Echtzeitmessung der Augenstellung und Augenbewe-

gungen Fehlfixationen gemessen und bei Reizdarbietung durch entsprechende Korrektur der Projektionslokalisierung der dargebotenen Sehzeichen kompensiert werden können. Die automatische Kompensation von Fehlfixationen bei Reizdarbietung verbessert nicht nur die Verfahrensdurchführung, sondern beschleunigt auch die Untersuchung, da keine Wiederholungsmessungen durchgeführt werden müssen.

Die Anpassung der Neuposition eines Reizes an die gemessene Abweichung vom Fixationspunkt ist in Anspruch 5 angegeben. Die Verwendung nach Anspruch 6 nutzt die Echtzeitmessung der Augenstellung zur Schielwinkelbestimmung für verschiedene Blickrichtungen aus. Bei dieser Schieluntersuchung oder Schielwinkelbestimmung werden die Blickrichtungen durch ein Fixationszeichen auf dem Anzeigeschirm vorgegeben, und die Stellung der Augen zueinander in verschiedene Blickrichtungen wird mit dem Echtzeit-Augenstellungsmeßsystem, einem sogenannten Eye-tracking-System, geprüft. Wenn das optische Abbildungssystem zur Fokussierung des Anzeigeschirmbildes auf einen vor der Betrachterstelle gelegenen Bereich manuell oder motorisch einstellbar ist, ist diese Untersuchung für die Ferne und für die Nähe möglich. Entsprechend dem sogenannten Cover-Test kann die Blickrichtung und Stellung der Augen bei kurzer wechselseitiger Reizfolge geprüft werden. Dabei soll die entsprechende Steuerung der Vorrichtung zur Kostenreduzierung und Raumeinsparung bevorzugt in Verbindung mit einer Einsteckkarte an Personalcomputeranlagen angeschlossen werden können.

In Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 ist eine Blendungseinrichtung vorgesehen, durch die beispielsweise Messungen der Nachtsichtigkeit unter realistischen Bedingungen mit Blendungseffekten, wie sie etwa im Verkehr vorkommen, durchgeführt werden können. Außerdem sind Sehschärfepprüfungen unter Gegenlichtblendung (Mesoptometrie) unter Benutzung dieser Blendungseinrichtung durchführbar.

Eine konstruktiv vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 3 sieht vor, über einen halbdurchlässigen Spiegel Blendlicht und/oder ein Meßsystem oder ein bildgebendes Kamerasystem zur Augenstellungsmessung einspiegeln zu können.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von eine bevorzugte Ausführungsform darstellenden Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Prüfung mehrerer Sehfunktionen und

Fig. 2 eine schematische Draufsicht des optischen Teils der Vorrichtung von **Fig. 1**.

Die Vorrichtung ist in **Fig. 2** beispielhaft in einer binokularen Ausführung gezeigt, mit zur Mittelachse symmetrischen Hälften des optischen Vorrichtungsteils. Bei Bedarf kann die Vorrichtung monokular realisiert sein, indem nur eine der beiden Optikhälften verwendet wird, wobei die Ansteuerung des Optikteils geeignet zu modifizieren ist. Da die Optikhälften von identischem Aufbau sind, wird in der nachfolgenden Beschreibung nur auf eine explizit eingegangen, die Funktion der anderen Hälfte ergibt sich daraus ohne weiteres. Die Vorrichtung wird zunächst anhand von **Fig. 1** erläutert. Der optische Vorrichtungsteil (**8**) ist in Form einer Trägerbrille, deren Aufbau genauer anhand von **Fig. 2** weiter unten beschrieben wird, gebildet und setzt sich aus einem Anzeigeschirm (**9**), einem Fotowiderstand (**13**), einem Sensor (**10**) zur Messung der Augenstellung und Lichtquellen zur Regulierung der Helligkeit des Anzeigeschirms (**14, 9**), zur Regulierung einer Blendungseinrichtung (**11a/11b**) sowie zur Regulierung der Helligkeit im Inneren der Brille (**11, 8**) zusammen, wobei der Anzeigeschirm (**9**) über einen

Treiber (5) und die übrigen Einheiten (10, 11, 11a, 11b, 13, 14) der Brille (8) über einen A/D(D/A)-Converter (6) mit einem Computer (1) verbindbar sind. Die Sehzeichen oder Bilder werden im Computer (1) von der Software generiert und über den Treiber (5) auf dem Anzeigeschirm (9) dargestellt. Dabei werden über die Software des Computers Form, Größe, Erscheinungszeit, Helligkeit und Farbe von Sehzeichen und Hintergrund sowie deren Lokalisation auf dem Anzeigeschirm gesteuert.

Zur Prüfung des Gesichtsfeldes wird dem Probanden zunächst ein meistens im Zentrum des Anzeigeschirms (9) liegendes Fixationssehzeichen dargeboten. Das Fixationszeichen ist Bezugspunkt für die Angabe des Winkels weiterer im Verlauf der Untersuchung auf dem Anzeigeschirm (9) dargestellter Prüfmarken und wird in seiner Lokalisation als 0 Grad angegeben. Während der Proband diesen Punkt fixiert, werden nach dem Prinzip der Rasterperimetrie, der statischen Perimetrie oder der dynamischen Perimetrie Sehzeichen (Prüfmarken) dargeboten, die in ihrer Lokalisation und Helligkeit vom Computer (1) gesteuert werden. Nimmt der Proband ein Sehzeichen wahr, so betätigt er einen Signalgeber (12). Der Signalgeber (12) kann das Signal über einen A/D-Converter oder wie hier beschrieben über eine Tastatur (7) weiterleiten. Der Computer (1) speichert das Signal mit zugehöriger Lokalisation (Blickwinkel) und Intensität des geprüften Sehzeichens in einem Speicher (4) ab. Die Fixationskontrolle erfolgt dabei über den Sensor (10). Entsprechend Anspruch 5 können die Sehzeichen auch bei eigenwilliger oder falscher Fixation dargeboten werden, da durch Echtzeitmessung der Augenstellung über den Sensor (10) die Projektionslokalisation der Sehzeichen korrigiert werden kann. An einem Untersuchermonitor (3) kann der Untersucher den derzeitigen Stand der Untersuchung mitverfolgen bzw. den Verlauf der Untersuchung beeinflussen. Die gesamte Steuerung des Untersuchungsablaufs führt der Untersucher über die dazugehörige Software durch. Die Tastatur (7) dient der Eingabe durch den Untersucher. Er ist außerdem in der Lage, die Helligkeit im Innern der Brille (8) sowie bei passiven Displays die Beleuchtungshelligkeit und die Helligkeit der Blendungseinrichtung (11a, 11b) zu steuern. Ein Fotowiderstand (13) mißt die Helligkeit im Innern der Brille und leitet das Signal über den A/D-Converter (6) wieder zum Computer (1). Umgekehrt wird die Helligkeit der Innenbeleuchtung vom Computer (1) über den A/D- bzw. D/A-Converter (6) gesteuert. Die Ausgabe aller gemessenen Werte erfolgt ständig auf dem Untersuchermonitor (3). Die ermittelten Daten können dann standardisiert über einen Drucker (2) oder ein anderes Ausgabegerät ausgegeben bzw. in einem Speicher (4) abgelegt werden. Weiterhin ist es möglich, die gemessenen Daten direkt im Computer (1) über Algorithmen, Fuzzy-Logik oder ähnliche Diagnoschilfen weiterzuverarbeiten. So können auch Vergleichswerte zu früheren Untersuchungen direkt ermittelt werden oder Meßwerte direkt analysiert und ausgegeben werden.

Fig. 2 zeigt in systematischer Darstellung die Meßbrille (8) selbst. Die optischen Medien sind entlang der optischen Achse (29) eingezeichnet. Der Proband betrachtet über ein entsprechendes Okular (28) sowie eine dazugehörige Feldlinse (27) den Anzeigeschirm (9). Diese Elemente können elektrisch oder manuell bewegt werden, um eventuelle Refraktionsanomalien des Probanden auszugleichen oder um das Bild bzw. Sehzeichen unter Fernsichtbedingungen bzw. Nahakkommodation darzubieten. Des weiteren können zusätzliche Linsen eingebracht werden. Der dadurch veränderte Bildwinkel wird in der Steuerung berücksichtigt. Der Anzeigeschirm (9) wird im Falle eines passiven Displays, wie vorliegend, von hinten beleuchtet. Dies geschieht ent-

weder durch eine Beleuchtung (14) mit Diffusor (22) oder über ein aktives Elektrolumineszenzdisplay. Die Helligkeit des Anzeigeschirms (9) kann durch den Untersucher gesteuert werden, indem er die Helligkeit der Displaybeleuchtung (14) oder den Anzeigeschirm (9) selbst entsprechend steuert. Der Anzeigeschirm (9) ist in der Lage, diskrete Graustufen bzw. Farbstufen darzustellen. Die Pixel selbst sowie Kombinationen von Pixeln (Bilder, Sehzeichen, etc) sind ansteuerbar. Analog ist es möglich, ein aktives Display mit den entsprechend geforderten Eigenschaften einzubauen. Die Gegenlichtblendung (11a/11b) ist aus Lichtquelle, Reflektor (31a) und zur Fokussierung des Lichtstrahls aus dazugehöriger Linse (31) aufgebaut. Um Gegenlichtblendung zu ermöglichen, kann die Blendungseinheit (11a/11b) entweder direkt vor dem Anzeigeschirm (11b, 9) eingebracht werden oder hinter dem Anzeigeschirm (11a, 9) eingebaut werden. Im zweiten Fall wäre der Diffusor (22) an dieser Stelle mit einer Aussparung versehen, um einen Lichtkegel von der Beleuchtungseinheit (11a) hinter dem Anzeigeschirm (9) auf das Auge fokussieren zu können. Das Blendlicht kann alternativ über den halbdurchlässigen Spiegel (33) eingespiegelt werden.

Die Helligkeit – im Innern der Brille ist über weitere Beleuchtungseinheiten (11) und einen zugehörigen Diffusor (24) regulierbar. Zwischen dieser Beleuchtungsquelle (11) und dem Diffusor (24) kann bei Bedarf ein Farbfilter eingebracht werden. Ein Photowiderstand (13) mißt die Helligkeit im Innern der Brille. Des weiteren mißt der Sensor (10) in Echtzeit die Stellung des Auges (der Augen) und meldet das Ergebnis über den Converter (6) an den Computer (1) weiter. Dabei kann der Sensor (10) am oder vor dem Okular (28) angebracht sein oder auch über einen halbdurchlässigen Spiegel eingespiegelt werden. Er dient der Messung der Augenstellung des Probanden. Nach Anspruch 3 ist mit Hilfe einer über den halbdurchlässigen Spiegel (33) eingespiegelten Kamera ebenfalls die Augenstellung meßbar. Die gesamte Einheit ist nach außen lichtdicht abgeschlossen. Der Übergang von Proband zu Meßbrille wird durch eine elastische Manschette (30) ermöglicht.

Neben der oben und in dem Hauptpatent beschriebenen Gesichtsfeldmessung ermöglicht die Vorrichtung insbesondere folgende weitere Sehfunktionsprüfungen, wobei je nach Bedarf eine oder mehrere der in den Unteransprüchen der vorliegenden Anmeldung und dem Hauptpatent angegebenen Komponenten zusätzlich zu den explizit gezeigten Komponenten vorgesehen sind.

Unter Benutzung der Vorrichtung nach Anspruch 4 und der Blendungseinrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3 kann eine Sehschärfepfung unter Gegenlichtblendung (Mesopometrie) erfolgen. Dabei wird der Proband mit einem fokussierten Lichtkegel geblendet. Die Blendungseinrichtung (11a) kann hinter dem Anzeigeschirm (9) lokalisiert sein. Dies erfordert selbstverständlich entsprechende Ausgestaltungen der vom Blendungslicht zu durchdringenden Vorrichtungsteile, z. B. realisiert durch eine passende Lichtdurchtrittsöffnung in dem Diffusor (22) und dem Anzeigeschirm (9). Des weiteren kann die Blendungseinrichtung (11b) vor dem Anzeigeschirm (9) eingebracht sein, oder das Blendlicht kann über einen halbdurchlässigen Spiegel (33), der in Fig. 2 optional gezeigt ist, eingespiegelt werden.

Bei monokularer Ausführung der Vorrichtung kann für das jeweils nicht untersuchte Auge ein lichtdicht umschlossener Raum, dessen Helligkeit mittels einer Beleuchtungseinrichtung einstellbar ist, vorgesehen sein. Nur eine Seite enthält dann den eigentlichen sehfunktionsprüfenden Vorrichtungsteil, während die andere Seite den helligkeitsregulierbaren Raum enthält, der je nach Ausführung mit Einzelkomponenten ausgestattet sein kann, wie sie in den Ansprü-

chen des Hauptpatents erwähnt sind. In diesem Fall ist die Vorrichtung wechselseitig durch Drehung oder Tausch der beiden Seiten nutzbar. Die binokulare Ausführung enthält jeweils beidseitig den kompletten sehfunktionsprüfenden Vorrichtungsteil.

Bei Ausführung der Vorrichtung mit Komponenten nach den Ansprüchen 7, 8 und/oder 9 des Hauptpatents werden für Stereotests bei binokularer Ausführung Bilder oder Sehzeichen mit unterschiedlichen Disparitätsniveaus dargeboten. Dies ist mit einer Vorrichtung nach Anspruch 7 des Hauptpatents für die Ferne und Nähe möglich. Der Proband muß beispielsweise dann bei abnehmender Disparität räumlich hervorstehende Sehzeichen, Symbole oder Bildinhalte identifizieren.

Die Vorrichtung läßt sich auch in Verbindung mit einer Videokamera als Bildverstärker für Sehgeschädigte verwenden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Prüfung wenigstens einer Sehfunktion im Auge eines Probanden mit
 - a) einem optischen Vorrichtungsteil (8), der einen relativ kleinflächigen, bilderzeugenden Anzeigeschirm (9) zur Darbietung von Sehzeichen in verschiedenen Winkeln gemessen zur optischen Achse (29) beinhaltet, und
 - b) einer Rechnersteuerung (1, 5) zur Ansteuerung des Anzeigeschirms und des Funktionsablaufs, und
 - c) einen optische Vorrichtungsteil (8) der in einem am Probanden anbringbaren brillen- und/oder helmartigen Träger (8) untergebracht ist und ein optisches Abbildungssystem (27, 28) vor dem Anzeigeschirm (9) beinhaltet, nach Patent 4 326 760
- dadurch gekennzeichnet, daß**
 - d) eine Einrichtung (1, 10) zur Echtzeitmessung der Augenstellung und Augenbewegungen vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, weiter gekennzeichnet durch eine wahlweise aktivierbare Blendungseinrichtung mit einem durch ein optisches System (11a, 11b) gebündelten Lichtstrahl, der unter einem bestimmten Winkel auf mindestens eines der beiden Augen ausgerichtet ist, wobei der Lichtstrahl der Blendungseinrichtung entweder hinter dem Anzeigeschirm (11a, 9) oder vor dem Anzeigeschirm (11b, 9) eingespiegelt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlengang der Einrichtung zur Echtzeitmessung der Augenstellung und/oder der Strahlengang der Blendungseinrichtung über einen halbdurchlässigen Spiegel (33) geführt ist, der sich zwischen einer Einblicksstelle (30) und dem Anzeigeschirm befindet.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Echtzeitmessung der Augenstellung ein bildgebendes Kamerasystem beinhaltet.
5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fixationslichtpunkt erzeugt wird und daß die Rechnersteuerung die Abweichung der tatsächlichen Blickrichtung von der Fixationsrichtung erfaßt und als Korrekturwert bei der Neupositionierung eines Lichtreizes berücksichtigt.
6. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche

1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Fixationslichtpunkte erzeugt werden, daß die Rechnersteuerung für beide Augen die Abweichungen der tatsächlichen Blickrichtungen von den Fixationsrichtungen erfaßt und zur Bestimmung der Schielwinkel bei verschiedenen Blickrichtungen auswertet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

